Münster 1936 No 82 Med DiSS

Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster / Westf.

Über den Einfluß von Chrom-, Molybdän-, Wolfram und Uransalzen auf diastatische Fermente.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster / Westf.

Vorgelegt von
Theo Fölger (Zahnarzt)
aus Werne a. d. Lippe

1936

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe

Dekan: Professor Dr. med. K. W. Jötten

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Die bis heute im Schrifttum vorliegenden Arbeiten über Stärkeabbau durch diastatische Fermente unter der Einwirkung der Schwermetalle Chrom, Molybdän, Wolfram und Uran sind sehr vereinzelt und unvollständig.

Von den älteren Arbeiten seien nur die von Hébert[1]) und Fonseca[2]) erwähnt. Hébert stellte fest, daß die Verzuckerung von Stärke durch Diastase bei 0,5 g im Liter $Cr_2(SO_4)_3 . 18 H_2O$ gehemmt wird, bei 5 g im Liter die Verzuckerung nur gering sei und bei 10 g im Liter jede Diastasewirkung aufhöre. Wir finden bei ihm keine Angaben, inwieweit die Säuregrade beobachtet wurden, was bei einem sauren Salz aber notwendig ist. Fonseca beobachtete zunächst eine Förderung durch Cr, dann aber eine Hemmung.

Bemerkenswerter sind die genauen hauptsächlich an Malzamylase ausgeführten Arbeiten von Urban Olsson[3]), die eine Empfindlichkeit gegen Ammoniummolybdat und Natriumwolframat ergaben. Der erhaltene Zucker wurde nach Bertrand mittels Fehling'scher Lösung als Maltose bestimmt. Der P_H der Acetatlösung betrug 4,98.

Nach Olsson[4]) nimmt die Vergiftung der Malz- und Speichelamylase gewöhnlich mit der Zeit zu. Eine Kupfersulfatvergiftung z. B. erreicht ihr Maximum schon in einer halben Stunde, während bei Ammoniummolybdat und Na-Wolframat die Vergiftung sehr langsam fortschreitet. In eine Ammoniummolybdatlösung von der Normalität ca. $1,0 . 10^{-2}$ hatte die Malzamylase nach einer Einwirkungsdauer von 3 Std. 6 % und nach 52 Std. 67 % ihrer ursprünglichen Wirkung verloren. In einer Na-Wolframatlösung von $1,84 . 10^{-3}$ hatte die Malzamylase nach einer Zeit von 5 Std. bei

[1]) Hébert, A.: Bull. Soc. China (4), 1, 1026 (1907) — C. r. Acad. Sci. Paris 145, 337, 1907, zit. nach Heffters Handb. d. exp. Pharmakol. III, 3, S. 1510

[2]) Fonseca: Soc. Biol. 87, 1033, (1922) zit. n. Oppenheimer 5. Aufl. Bd. 1, 1925

[3]) Olsson: Z. f. physiol. Chem. Bd. 117, S. 91, 1921

[4]) Olsson: l. c.

37° C 72 % ihrer diastatischen Wirksamkeit eingebüßt und nach 23 Std. war das Enzym beinahe gänzlich vergiftet. Die Wirksamkeit nahm um $^2/_3$ in einer Na-Wolframatlösung von der Normalität $4{,}59 \cdot 10^{-3}$ ab.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Malzamylase in Ammoniummolybdat und Na-Wolframatlösung allmählich ihre diastatische Kraft verlieren. Olsson[4]) deutet diese Giftwirkung als Folge der oxydierenden Einwirkung der Molybdänsäure und Wolframsäure auf das Enzymmolekül, welche vielleicht an einer Aldehyd- oder Hydroxylgruppe angreift.

Bei Uransalzen stellte Chittenden[5]) schon bei 0,03 % eine starke Hemmung fest. Olsson[4]), der auch die Einwirkung des Uranylsulfates auf die Malzamylase untersucht hat, fand, daß bei Konzentration des Uranylsulfates $1{,}97 \cdot 10^{-4}$ und $3{,}93 \cdot 10^{-4}$ 1 ccm Malzamylase bei 37° C 8 bzw. 57 % ihrer ursprünglichen Wirksamkeit verloren.

Die Bestimmung der Wirkung von diastatischen Fermenten kann auf zwei verschiedenen Wegen vorgenommen werden. Zunächst wird einmal die Veränderung des Substrates beobachtet, oder aber es werden die gebildeten Spaltprodukte bestimmt. Zur Bestimmung der Substratveränderung stehen das Verschwinden der Jodreaktion und die Abnahme der inneren Reibung zur Verfügung. Von vielen Bearbeitern wird wegen der leichten Durchführbarkeit die Methode der Jodfärbung von Wohlgemuth[6]) benutzt. Das Verschwinden der Jodfärbung zeigt an, daß die Stärke unter Bildung von Dextrinen, aus denen sich die Maltose bildet, verschwunden ist. Der Abbau der Stärke erfolgt stufenweise, und zwar ist er das Werk nicht eines einzelnen, sondern mehrerer, mindestens zweier Fermente. Die erste Komponente führt die Stärke in Dextrine über und bewirkt das Verschwinden der Jodfärbung; man nennt sie deswegen auch Dextrinogenamylase. Die zweite Komponente führt das Dextrin in Maltose über, und man nennt sie auch wegen der zuckerbildenden Wirkung Saccharogenamylase. Als ein weiterer Beweis für die Existenz zweier Fermente kann man die Ergebnisse Holmbergh's[7]) ansehen, der bei gleichzeitiger Untersuchung der Dextrinbildung und der Zuckerbildung eine hochgradige Aktivierung der Dextrinase durch n/10 KJ, dagegen aber eine Hemmung der Zuckerbildung feststellte. Für die Untersuchung von Fermentwirkungen

---

[5]) Chittenden u. Hutchinson: Stud. Phys. Labor. Yale Univ. II, 55 zit. n. Oppenheimer 5. Aufl. 1. Bd., 1925
[6]) Wohlgemuth: Biochem. Z. 9, 1, 1908
[7]) Holmbergh: Biochem. Z. 145, 244, 1924

ist aber nur brauchbar die quantitative Bestimmung der durch die Diastase entstehenden Maltose. Der Verzuckerungsgrad kann nach verschiedenen Methoden bestimmt werden, entweder nach Bertrand mittels Fehling'scher Lösung oder wie in der vorliegenden Arbeit nach Willstätter und Schudel[8]).

Die Frage des Einflusses von Chrom, Molybdän, Wolfram und Uran auf die Verzuckerung der Stärke durch diastatische Fermente zu bearbeiten, war die Aufgabe der vorliegenden Arbeit.

Der Einfluß dieser Metalle wurde geprüft an der Zuckerbildung aus Stärke durch folgende diastatische Fermente: 1. Ptyalin. 2. Pankreatin und 3. Malzdiastase. Zu den Ptyalinversuchen wurde wurde frisch gewonnener, nicht dyalisierter Speichel verwendet. Die einzelnen Konzentrationen und die Versuchsdauer sind in den Versuchen angegeben. Die gebildete Maltose wurde jodometrisch nach Willstätter und Schudel[8]) in der Versuchsanordnung nach Willstätter, Waldschmidt-Leitz und Hesse[9]) bestimmt. Die Versuchsansätze wurden, um die Maltose zu bestimmen, mit je n/10 J und 10 ccm 1 %ige Natronlauge versetzt. Nach 15 Minuten wurde mit 3 ccm 20 %iger Schwefelsäure angesäuert und das nicht verbrauchte Jod mit n/25 Thiosulfatlösung titriert. Die Maltosewerte beziehen sich auf den ganzen Ansatz. In einem dritten Kontrollversuch wurde das Fortschreiten des Stärkeabbaues mittels Jodfärbung bestimmt. Von Zeit zu Zeit wurden 2 ccm aus dem dritten Kontrollansatz entnommen und mit 1 ccm n/1000 Jodlösung versetzt. Die Versuche wurden unterbrochen, wenn nach Jodzusatz eine violette bis rötliche Färbung eintrat. Es wurden für jedes Ferment vier Versuchsreihen angesetzt. In der ersten Versuchsreihe bestand eine saure Reaktion, die durch Acetatpuffer ($P_H = 5{,}65$, m/75) hergestellt wurde. In der zweiten Versuchsreihe diente destilliertes Wasser als Suspensionsflüssigkeit und in der dritten Reihe ein alkalischer Boratpuffer ($P_H = 8{,}3$), der aus Borax und Borsäure hergestellt wurde. Borat + NaCl diente als vierte Versuchsreihe. Es wurde ein saurer und ein basischer Puffer verwandt, weil die Wirkung von Giften weitgehend von der Reaktion abhängig ist.

Bei Haack[10]) ist die Versuchsanordnung eingehend beschrieben. Die Versuche hatten folgende Zusammensetzung:

10 ccm 2,5 %ige Stärke (Merck)
5 ccm Pufferlösung bzw. H_2O

[8]) Willstätter u. Schudel: Ber. d. deutsch. chem. Ges. 51, 780, 1918
[9]) Willstätter, Waldschmidt-Leitz und Hesse: Z. f. physiol. Chem. 126, 143, 1923
[10]) Haack: Inaugural-Dissertation, Münster 1935

5 ccm Zusätze bzw. 5 ccm H_2O im Kontrollversuch
5 ccm Fermentlösung.

Die Konzentration der Salze bezieht sich auf das Kation und nicht auf das Salz.

Sämtliche Versuche wurden doppelt angesetzt, in den Tabellen sind aber nur die Maltosemittelwerte aufgeführt.

Versuchsergebnisse.

Versuche mit Speichel (Tabelle 1).

Die Konzentration des Speichels in den Versuchen betrug 1 : 100, die Versuchsdauer 2 Std., die Temperatur 18 — 20° C.

Aus den Versuchen geht hervor, daß die Wirksamkeit des Ptyalins in saurer und ungepufferter Lösung durch das Chromkaliumsulfat in den stärkeren Verdünnungen leicht angeregt, in alkalischer Lösung bei der Konzentration 1.10^{-4} eine starke Steigerung (76 %) des Verzuckerungsprozesses bemerkbar ist. Mit ansteigender Konzentration geht der fördernde Einfluß verloren und macht in der höchsten Konzentration einer Hemmung Platz, die in saurer und alkalischer Lösung bis auf 86 % und in ungepufferter Lösung bis zu 95 % steigt. Bei Molybdän und Uran verhält es sich ähnlich, nur daß in saurer und ungepufferter Lösung bei der stärksten Konzentration die Verzuckerung vollkommen unterdrückt wird. In alkalischer Lösung finden wir bei beiden Metallen eine Förderung. Eine Hemmung des Stärkeabbaues zu Maltose durch Wolfram findet weder in saurer, alkalischer, noch ungepufferter Lösung statt.

Versuche mit Pankreatin (Tabelle 2).

Die Konzentration des Fermentes in den Pankreatinversuchen betrug 1 : 10000, die Versuchsdauer 2 Std.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist die Giftwirkung in den Speichel- und Pankreatinversuchen grundsätzlich gleich, was für eine Identität der beiden tierischen Diastasen, der Speicheldiastase und der Pankreasdiastase spricht. Ähnlich wie beim Ptyalin finden wir auch hier in saurer und ungepufferter Lösung eine Hemmung von 85 — 95 %; außer beim Wolfram. Beim Chrom und Molybdän ist in alkalischem Milieu eine deutliche Steigerung der Verzuckerung festzustellen, die bei Cr 200 % und bei Molybdän sogar 300 % erreicht, während Wolfram und Uran unwirksam sind.

Tabelle 1. Speichel.

	Acetatpuffer		Aqua dest.		Boratpuffer	
	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle
Kontrollvers.	101,0	100	100,0	100	38,3	100
Chromkalium-						
sulfat 1.10^{-10}	100,0	99	103,0	103	41,0	107
1.10^{-9}	101,6	100	102,5	103	41,0	107
1.10^{-8}	101,6	100	102,5	103	40,4	105
1.10^{-7}	103,0	102	101,8	102	40,4	105
1.10^{-6}	100,0	99	101,0	101	41,7	109
1.10^{-5}	100,0	99	83,6	84	43,9	114
1.10^{-4}	91,1	91	15,5	16	67,4	176
1.10^{-3}	14,5	14	4,5	5	5,2	14
Ammoniummo-						
lybdat 1.10^{-10}	103,6	103	99,6	100	42,5	111
1.10^{-9}	102,5	102	96,0	96	40,4	105
1.10^{-8}	102,0	101	102,4	102	39,6	104
1.10^{-7}	100,0	99	102,4	102	40,4	105
1.10^{-6}	94,0	93	101,4	101	40,4	105
1.10^{-5}	92,5	92	97,6	98	41,0	107
1.10^{-4}	82,0	82	0,0	0	41,7	109
1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	98,4	257
Na-Wolframat						
1.10^{-10}	104,2	103	105,0	105	41,7	109
1.10^{-9}	104,2	103	104,5	105	39,0	102
1.10^{-8}	104,2	103	104,0	104	39,0	102
1.10^{-7}	104,2	103	104,0	104	38,3	100
1.10^{-6}	103,6	103	104,0	104	38,3	100
1.10^{-5}	102,2	101	106,0	106	38,3	100
1.10^{-4}	102,2	101	105,2	105	38,3	100
1.10^{-3}	93,4	93	103,8	104	38,3	100
Uranacetat						
1.10^{-10}	104,2	103	105,0	105	40,4	105
1.10^{-9}	104,2	103	104,4	104	37,6	98
1.10^{-8}	103,6	103	103,8	104	38,0	99
1.10^{-7}	103,6	103	103,8	104	38,4	100
1.10^{-6}	103,0	102	102,4	103	38,6	101
1.10^{-5}	103,0	102	97,6	98	39,0	102
1.10^{-4}	8,3	8	16,2	16	45,2	118
1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	57,0	149

Tabelle 2. Pankreatin.

	Acetatpuffer		Aqua dest.		Boratpuffer	
	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle
Kontrollvers.	84,2	100	76,0	100	5,9	100
Chromkalium-sulfat						
1.10^{-10}	86,4	102	81,5	107	6,9	117
1.10^{-9}	85,0	101	83,5	110	6,9	117
1.10^{-8}	82,0	97	82,5	109	6,2	106
1.10^{-7}	79,5	94	83,5	110	5,9	100
1.10^{-6}	80,0	95	84,4	111	6,9	117
1.10^{-5}	83,5	99	38,0	50	8,0	135
1.10^{-4}	76,5	91	11,0	15	10,4	182
1.10^{-3}	13,1	16	7,6	10	17,5	300
Ammoniummo-lybdat						
1.10^{-10}	84,2	100	79,0	104	6,9	117
1.10^{-9}	83,2	99	83,5	110	7,9	135
1.10^{-8}	83,2	99	86,0	113	7,2	123
1.10^{-7}	86,0	102	85,0	112	7,9	135
1.10^{-6}	84,5	100	82,2	108	7,2	123
1.10^{-5}	83,5	99	52,5	69	6,5	112
1.10^{-4}	62,5	74	1,0	1	6,5	112
1.10^{-3}	8,3	10	0,0	0	23,8	401
Na-Wolframat						
1.10^{-10}	85,4	101	82,2	108	6,9	117
1.10^{-9}	84,0	100	81,5	107	6,6	112
1.10^{-8}	84,0	100	80,0	105	5,9	100
1.10^{-7}	84,5	100	80,0	105	6,6	112
1.10^{-6}	84,2	100	82,2	108	5,9	100
1.10^{-5}	84,2	100	82,2	108	5,9	100
1.10^{-4}	84,2	100	76,5	101	6,6	112
1.10^{-3}	78,5	93	77,2	102	7,2	123
Uranacetat						
1.10^{-10}	86,4	103	81,6	108	6,9	117
1.10^{-9}	83,5	99	80,5	106	5,2	88
1.10^{-8}	85,0	101	80,0	105	5,9	100
1.10^{-7}	84,4	100	80,6	106	6,6	112
1.10^{-6}	84,4	100	82,0	108	6,6	112
1.10^{-5}	42,0	50	63,5	84	5,9	100
1.10^{-4}	3,1	4	0,7	1	5,9	100
1.10^{-3}	2,1	2	0,7	1	6,6	112

Versuche mit Malzdiastase (Tabelle 3).

In der Tabelle 3 finden wir die Ergebnisse der Verzuckerung mit Malzdiastase. Die Konzentration betrug 1 : 10000. Die Versuchsdauer $2^1/_2$ Std. Die Malzdiastase verhält sich abweichend von den tierischen Diastasen. Die Giftempfindlichkeit der Malzdiastase ist nicht so hoch wie die Empfindlichkeit des Speichels und des Pankreatins. Beim Chrom finden wir in saurer Lösung in der schwächsten Verdünnung nur eine Hemmung von 50 %, dagegen im Speichel und Pankreatin eine Hemmung von 86 bzw. 84 %. Im Boratpuffer verhält es sich ähnlich wie beim Pankreatin: hier eine Förderung von 133 %, dort eine Förderung von 200 %. Auch Molybdän ruft in den schwächsten Verdünnungen in allen Lösungen fast keine Veränderung hervor. In der Konzentration 1.10^{-3} tritt aber in saurer Lösung eine Hemmung von 44 %, in neutraler Lösung eine Hemmung von 90 % auf. Eine weit größere Hemmung fanden wir im Speichel in saurer und ungepufferter Lösung. In der Konzentration 1.10^{-3} ist nämlich die Zuckerbildung schon restlos und in ungepufferter Lösung schon bei der Konzentration 1.10^{-4} unterbunden. Wie beim Speichel ruft Molybdän auch im Boratpuffer eine Förderung von 200 % hervor. Wolfram macht keine Veränderung ähnlich wie in den vorhergehenden Versuchen. Man könnte vielleicht von einer leichten Hemmung in neutraler Lösung sprechen. Uran in saurer und ungepufferter Lösung verhält sich wie beim Speichel und Pankreatin in den analogen Lösungen. In den schwächsten Verdünnungen tritt keine Veränderung auf, in der stärksten (1.10^{-3}) ist die Verzuckerung fast vollständig unterbunden. In Boratpuffer ist Uran fast vollkommen wirkungslos.

Tabelle 3. Malzdiastase.

	Acetatpuffer		Aqua dest.		Boratpuffer	
	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle
Kontrollvers.	98,0	100	86,5	100	27,2	100
Chromkalium-sulfat						
1.10^{-10}	99,4	101	89,0	103	27,2	100
1.10^{-9}	97,2	99	83,5	97	27,6	101
1.10^{-8}	98,5	101	83,5	97	27,6	101
1.10^{-7}	97,5	100	84,5	98	29,0	106
1.10^{-6}	99,2	101	84,5	98	30,4	111
1.10^{-5}	99,2	101	82,0	95	32,4	119
1.10^{-4}	101,4	103	77,0	89	49,6	182
1.10^{-3}	49,0	50	5,0	6	63,5	233
Ammoniummo-lybdat						
1.10^{-10}	99,4	101	87,0	101	29,0	106
1.10^{-9}	97,2	99	89,5	103	29,0	106
1.10^{-8}	96,5	99	90,0	104	29,0	106
1.10^{-7}	96,5	99	88,6	103	29,0	106
1.10^{-6}	89,6	92	89,0	103	28,2	104
1.10^{-5}	89,6	92	90,0	104	82,2	104
1.10^{-4}	76,5	78	37,6	44	28,2	104
1.10^{-3}	55,2	56	6,7	8	82,2	302
Na-Wolframat						
1.10^{-10}	95,0	97	86,0	100	26,8	99
1.10^{-9}	98,5	101	85,0	99	26,8	99
1.10^{-8}	98,5	101	86,0	100	26,8	99
1.10^{-7}	98,2	100	83,0	96	26,8	99
1.10^{-6}	98,0	100	85,5	99	25,2	94
1.10^{-5}	97,4	99	85,5	99	26,2	96
1.10^{-4}	96,0	98	80,6	94	26,9	99
1.10^{-3}	95,0	97	72,0	84	25,5	94
Uranacetat						
1.10^{-10}	99,4	101	88,4	102	26,9	99
1.10^{-9}	100,0	102	83,5	97	26,9	99
1.10^{-8}	104,0	102	84,5	98	27,6	101
1.10^{-7}	100,8	103	82,0	95	28,3	104
1.10^{-6}	99,6	102	82,0	95	27,6	101
1.10^{-5}	92,5	94	82,0	95	25,5	94
1.10^{-4}	4,8	5	5,9	7	25,5	94
1.10^{-3}	0,0	0	5,9	7	26,8	99

Versuche mit Borat und NaCl (Tabelle 4).

Die Konzentration des Speichels, des Pankreatins und der Malzdiastase war die gleiche wie in den bisher beschriebenen Versuchen. Die Versuchsdauer betrug $2^1/_2$ Std. Chromkaliumsulfat ruft in der stärksten Konzentration eine Hemmung der Speichelamylase von 86 % hervor, ebenso wie in alkalischer Lösung. In den stärksten Verdünnungen ist Chrom unwirksam. In der Konzentration 1.10^{-3} ist aber eine Hemmung von 74 % vorhanden, im Gegensatz zu Chrom in Boratpuffer, wo wir eine Förderung von 200 % feststellten. Molybdän verändert gleichfalls die Wirksamkeit der tierischen Diastasen nicht im Gegensatz zu Molybdän, das in alkalischer Lösung eine Förderung von 150 — 200 % bewirkt. Beim Speichel und Pankreatin ruft Wolfram keine Veränderung hervor. Es verhält sich in diesem Falle ähnlich wie in alkalischer Lösung. Uran regt in alkalischer Lösung die Stärkeverzuckerung durch die Speicheldiastasen an, in Borat + NaCl aber nicht. Bei Pankreatin in alkalischer Lösung trat ebenfalls keine Veränderung auf, in Borat + NaCl-Lösung beobachten wir aber eine Hemmung von 27 %. Gänzlich anders ist das Verhalten der pflanzlichen Diastase. Eine Hemmung tritt durch keins der untersuchten Metalle auf, sondern nur Förderung. Beim Chrom steigt die Förderung bis zu 87 % und beim Molybdän bis auf 158 %. In alkalischer Lösung betrug die Steigerung der Verzuckerung bei Molybdän 200 % und beim Chrom 130 %. Uran fördert ebenfalls die Verzuckerung um rund 50 %, während Wolfram sowohl in alkalischer als auch in Borat + NaCl-Lösung keine Veränderung hervorruft.

Tabelle 4. Borat + Na Cl.

	Speichel		Pankreatin		Malzdiastase	
	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle	mg Maltose	% der Kontrolle
Kontrollvers.	87,0	100	81,0	100	41,0	100
Chromkalium-sulfat						
1.10^{-10}	87,6	101	84,2	104	44,8	108
1.10^{-9}	85,5	99	80,0	99	44,0	107
1.10^{-8}	85,5	99	80,0	99	43,4	105
1.10^{-7}	85,0	98	81,0	100	42,8	103
1.10^{-6}	85,2	97	79,2	98	48,2	117
1.10^{-5}	90,5	104	78,6	97	50,4	122
1.10^{-4}	94,0	108	85,6	106	73,0	177
1.10^{-3}	11,7	14	20,7	26	77,2	187
Ammoniummo-lybdat						
1.10^{-10}	87,6	101	81,0	100	40,0	97
1.10^{-9}	87,6	101	78,8	97	43,5	105
1.10^{-8}	87,4	100	78,8	97	43,8	106
1.10^{-7}	87,6	101	79,0	98	44,8	108
1.10^{-6}	85,5	99	79,5	98	44,8	108
1.10^{-5}	81,5	94	79,5	98	45,5	110
1.10^{-4}	83,0	95	77,4	96	45,5	110
1.10^{-3}	96,5	111	96,8	120	107,0	258
Wolframat						
1.10^{-10}	85,5	99	81,5	101	43,5	105
1.10^{-9}	83,0	95	81,5	101	41,4	100
1.10^{-8}	81,0	93	83,0	102	39,6	98
1.10^{-7}	80,0	92	83,0	102	39,3	97
1.10^{-6}	79,5	91	83,0	102	42,0	102
1.10^{-5}	79,5	91	83,0	102	41,4	100
1.10^{-4}	80,0	92	79,5	98	40,0	97
1.10^{-3}	78,0	90	79,5	98	40,4	98
Uranacetat						
1.10^{-10}	86,2	99	80,0	99	41,4	100
1.10^{-9}	83,5	95	80,0	99	41,4	100
1.10^{-8}	85,5	99	80,0	99	43,8	106
1.10^{-7}	85,5	99	79,5	98	44,2	107
1.10^{-6}	89,0	102	80,0	99	44,2	107
1.10^{-5}	90,0	103	80,0	99	43,5	105
1.10^{-4}	86,5	99	84,5	104	49,6	120
1.10^{-3}	96,5	111	58,5	73	62,0	150

Zusammenfassung.

Es wurde der Einfluß von einigen Schwermetallsalzen: Chrom, Molybdän, Wolfram und Uran auf die Zuckerbildung aus Stärke durch die diastatischen Fermente des Speichels, des Pankreas und von Malz untersucht. Die Speichel- und Pankreasversuche ergeben folgendes: die Schwermetalle Chrom, Molybdän und Uran sind in stärkster Verdünnung unwirksam, mit steigender Konzentration jedoch tritt in ungepufferter und saurer Lösung bald eine starke Hemmung der Zuckerbildung ein. Wolfram dagegen ist in allen Konzentrationen und Lösungen unwirksam. In alkalischer Lösung fördert Chrom zunächst, während es in der Konzentration 1.10^{-3} stark hemmt. Molybdän und Uran fördern die Maltosebildung sehr, teilweise bis zu mehreren 100 %. Etwas anders verhält sich die Malzdiastase. Durch Chrom und Molybdän in alkalischer Lösung wird die Verzuckerung der Stärke von über 100 % gefördert. Wolfram und Uran verändern die Wirksamkeit der Malzdiastase nicht. In ungepufferter und saurer Lösung wird die Malzdiastase durch Chrom, Molybdän und Uran fast vollkommen vergiftet, durch Wolfram aber ihre Wirksamkeit nicht beeinträchtigt.

Übersichtstabelle.

Konzentration	Speichel			Pankreatin			Malzdiastase		
	P_H = 7,00	5,65	8,30	P_H = 7,00	5,65	8,30	P_H = 7,00	5,65	8,30
Chromkalium-									
1.10^{-10} sulfat	103	99	107	107	112	117	103	101	100
1.10^{-9}	103	100	107	110	101	117	97	99	101
1.10^{-8}	103	100	105	109	97	106	97	101	101
1.10^{-7}	102	102	105	110	94	100	98	100	106
1.10^{-6}	101	99	109	111	95	117	98	101	111
1.10^{-5}	84	99	114	50	99	135	95	101	119
1.10^{-4}	16	91	176	15	91	182	89	103	182
1.10^{-3}	5	14	14	10	16	300	6	50	233
Molybdän									
1.10^{-10}	100	103	111	104	100	117	101	101	106
1.10^{-9}	96	102	105	110	99	135	103	99	106
1.10^{-8}	102	101	104	113	99	123	104	99	106
1.10^{-7}	102	99	105	112	102	135	103	99	106
1.10^{-6}	101	93	105	108	100	123	103	92	104
1.10^{-5}	98	92	107	69	99	112	104	92	104
1.10^{-4}	0	82	109	1	74	112	44	78	104
1.10^{-3}	0	0	257	0	10	401	8	56	302
Wolfram									
1.10^{-10}	105	103	109	108	101	117	100	97	99
1.10^{-9}	105	103	102	107	100	112	99	101	99
1.10^{-8}	104	103	102	105	100	100	100	101	99
1.10^{-7}	104	103	100	105	100	112	96	100	99
1.10^{-6}	104	103	100	108	100	100	99	100	94
1.10^{-5}	106	101	100	108	100	100	99	99	96
$1,10^{-4}$	105	101	100	101	100	112	94	98	99
1.10^{-3}	104	93	100	102	93	123	84	97	94
Uranacetat									
1.10^{-10}	105	103	105	108	103	117	102	101	99
1.10^{-9}	104	103	98	106	99	88	97	102	99
1.10^{-8}	104	103	99	105	101	100	98	102	101
1.10^{-7}	104	103	100	106	100	112	95	103	104
1.10^{-6}	102	102	101	108	100	112	95	102	101
1.10^{-5}	98	102	102	84	50	100	95	94	94
1.10^{-4}	16	8	118	1	4	100	7	5	94
1.10^{-3}	0	0	149	1	2	112	7	0	99

Lebenslauf.

Am 30. Januar 1907 wurde ich als Sohn des Stadtbaumeisters Ernst Fölger und seiner Ehefrau Gertrud geb. Heuser in Werne a. d. Lippe geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule besuchte ich die Rektoratschule, ebenfalls in Werne. Nach Ablegung der Aufnahmeprüfung an dem Reformrealgymnasium in Lünen verblieb ich dort bis zum Frühjahr 1928 und legte am 5. März 1928 meine Reifeprüfung ab.

Vom S. S. 28 bis W. S. 31/32 studierte ich Rechtwissenschaft an den Universitäten Freiburg (Breisgau) und Münster / Westf. Im Sommer 1934 bestand ich in Münster das zahnärztliche Vorexamen und im Sommer 1936 das zahnmedizinische Staatsexamen, ebenfalls in Münster.

Theo Fölger.